

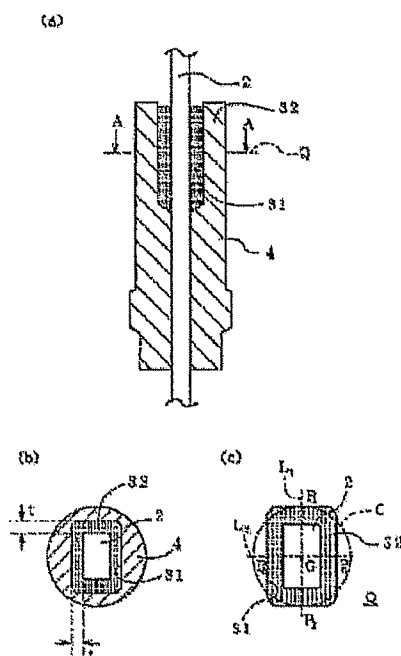
**GAS SENSOR****Publication number:** JP11248673**Publication date:** 1999-09-17**Inventor:** NODA KEIICHI; TAGUCHI KAZUO; NISHIO HISAHARU;  
YABUTA KATSUHISA**Applicant:** NGK SPARK PLUG CO**Classification:****- international:** G01N27/409; G01N27/407; G01N27/416; G01N27/409;  
G01N27/407; G01N27/416; (IPC1-7): G01N27/409;  
G01N27/416**- European:** G01N27/407**Application number:** JP19980064348 19980226**Priority number(s):** JP19980064348 19980226**Also published as:**

	EP0939314 (A2)
	US6327891 (B1)
	EP0939314 (A3)
	EP0939314 (B1)
	DE69931676T (T2)

Report a data error here

**Abstract of JP11248673**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a gas sensor with less influence of thermal stress on a sealing material layer and accordingly, excellent in durability. **SOLUTION:** This gas sensor includes an insulator 4 arranged inside a metal shell and a detecting element 2 arranged inside the insulator 4. The insulator 4 having a cavity 31 formed around the detecting element 2 is formed in a structure of sealing the inner face of the insulator 4 to the outer face of the detecting element 2 by filling a sealing material compassed of mainly glass into the cavity 31. The sectional outline of the detecting element 2 is in a rectangular shape and the axially sectional contour of the inner face of the cavity 31 in the insulator 4 is formed following the sectional outline of the detecting element 2.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-248673

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 N 27/409  
27/416

識別記号

F I

G 0 1 N 27/58  
27/46

B

3 3 1

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-64348

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月26日

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社  
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 野田 恵一

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日  
本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 田口 一夫

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日  
本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 西尾 久治

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日  
本特殊陶業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 菅原 正倫

最終頁に続く

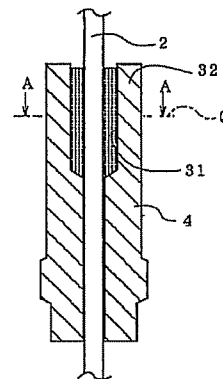
(54) 【発明の名称】 ガスセンサ

(57) 【要約】

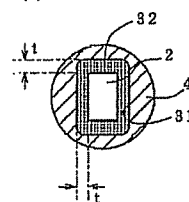
【課題】 封着材層に対する熱応力の影響が少なく、ひいては耐久性に優れたガスセンサを提供する。

【解決手段】 ガスセンサは、主体金具の内側に絶縁体4が配置され、検出素子2がその絶縁体4の内側に配置される。絶縁体4には検出素子2の周囲に空隙部31が形成されるとともに、ガラスを主体に構成された封着材32をその空隙部31に充填することにより、絶縁体4の内面と検出素子2の外面とが封止された構造を有する。そして、検出素子2の軸断面外形は長方形状とされ、絶縁体4の空隙部31の内面の軸断面輪郭形状は、検出素子2の断面外形に倣うように形成される。

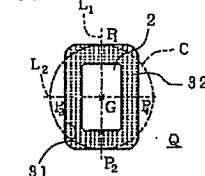
(a)



(b)



(c)



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 主体金具の内側に絶縁体が配置され、測定対象となるガス中の被検出成分を検出する検出素子とその絶縁体の内側に配置され、前記絶縁体には、前記検出素子の周囲に空隙部が形成され、ガラスを主体に構成された封着材をその空隙部に充填することにより、前記絶縁体の内面と前記検出素子の外面とが封止されるとともに、前記検出素子の軸断面外形が正方形状、長方形状又は楕円状とされ、同じく前記絶縁体の前記空隙部の内面の軸断面形状が、前記検出素子の前記軸断面外形に倣うように形成されたことを特徴とするガスセンサ。

【請求項2】 主体金具の内側に絶縁体が配置され、測定対象となるガス中の被検出成分を検出する検出素子とその絶縁体の内側に配置され、前記絶縁体には、前記検出素子の周囲に空隙部が形成され、ガラスを主体に構成された封着材をその空隙部に充填することにより、前記絶縁体の内面と前記検出素子の外面とが封止されるとともに、前記検出素子の軸線と直交する平面Qによる該検出素子の軸断面外形が長方形状とされ、前記平面Q上において、前記検出素子の軸断面外形の重心位置Gを通して該検出素子の軸断面外形の両短辺と直交する直線L1を引き、その直線L1と前記空隙部の内面輪郭との2つの交点をそれぞれP1、P2とし、同じく前記重心位置Gを通して該検出素子の軸断面外形の両長辺と直交する直線L2を引き、その直線L2と前記空隙部の内面の軸断面輪郭との2つの交点をそれぞれP3、P4として、距離GP1及びGP2のうち大きい方を半径として前記重心位置Gを中心とする円Cを描いた場合に、前記点P3及びP4がいずれも前記円Cの内側に存在するように、前記空隙部の内面の軸断面輪郭形状が定められていることを特徴とするガスセンサ。

【請求項3】 前記空隙部の内面の軸断面輪郭は、重心位置を前記検出素子の長方形状の軸断面の重心位置とほぼ一致させるとともに、長軸方向が前記検出素子の軸断面の長辺方向に沿う楕円形状に形成されている請求項2記載のガスセンサ。

【請求項4】 前記空隙部の内面の軸断面輪郭は、重心位置を前記検出素子の長方形状の軸断面の重心位置とほぼ一致させるとともに、当該断面に倣う長方形状に形成されている請求項1又は2に記載のガスセンサ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、酸素センサ、HCセンサ、NO<sub>x</sub>センサなど、測定対象となるガス中の被検出成分を検出するためのガスセンサに関する。

**【0002】**

【従来の技術】 従来より、上述のようなガスセンサとして、主体金具の内側に絶縁体を配置し、検出素子をその

絶縁体の内側に配置するとともに、絶縁体の内面と検出素子の外面とをガラス等の封着材で封着した構造を有したものが知られている。上記封着材層は、検出素子の周囲において絶縁体に空隙部を設け、その空隙部を充填する形で形成される。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記構造のガスセンサにおいては検出素子はセラミック積層素子として構成されることが多い。この場合、図14に示すように、検出素子102の軸断面形状は一般には長方形状のものとなることが多いが、絶縁体104の空隙部131（すなわち封着材層132）の軸断面形状は、従来はこれを円形状に形成していた。この場合、長方形状断面の検出素子102を円形断面の封着材層132で覆った構造を有することから、封着材層132の厚さ分布は必然的に、検出素子102の断面長辺に対応する位置で大きく、短辺部分に対応する位置で小さい、不均一なものとなる。例えば自動車用の酸素センサ等の場合、エキゾーストマニホールドや車両の足周り部分に近い排気管など、高温にさらされたり熱衝撃が加わりやすい場所に取り付けられるのであるが、封着材層132の厚さが上述のように不均一であると薄肉部分に熱応力が集中しやすくなり、封着材層132の寿命を縮めてしまう問題を生ずることがある。

【0004】 本発明の課題は、封着材層に対する熱応力の影響が少なく、ひいては耐久性に優れたガスセンサを提供することにある。

**【0005】**

【課題を解決するための手段及び作用・効果】 本発明のガスセンサの第一の構成は、主体金具の内側に絶縁体が配置され、測定対象となるガス中の被検出成分を検出する検出素子とその絶縁体の内側に配置され、絶縁体には検出素子の周囲に空隙部が形成されるとともに、ガラスを主体に構成された封着材をその空隙部に充填することにより、絶縁体の内面と検出素子の外面とが封止された構造を有する。そして、上述の課題を解決するために、その第一の構成は、検出素子の軸断面外形は正方形状、長方形状又は楕円状とされる場合に、絶縁体の空隙部の内面の軸断面輪郭形状を、検出素子の断面外形に倣うように形成したことを特徴とする。

【0006】 検出素子の軸断面が正方形状、長方形状又は楕円状となる場合、絶縁体の空隙部内面の軸断面輪郭、すなわち該空隙部に充填される封着材層の軸断面外形を上記検出素子の軸断面外形に倣う形状とすることで、検出素子の周囲には封着材層を均一な厚さで形成できる。これにより、例えば長方形断面の検出素子の周囲に円形断面の封着材層を形成する従来のガスセンサのような、薄肉部への応力集中を回避でき、ひいては封着材層の耐久性を向上させることができる。

【0007】 また、本発明のガスセンサの第二の構成

は、次のような特徴を有する（以下、図3（a）及び（c）参照）。すなわち、検出素子（2）の軸線と直交する平面Qによる該検出素子2の軸断面外形が長方形形状とされ、その平面Q上において、検出素子（2）の軸断面外形の重心位置Gを通して該検出素子（2）の軸断面外形の両短辺と直交する直線L1を引き、その直線L1と空隙部（31）の内面の軸断面輪郭との2つの交点をそれぞれP1、P2とし、同じく上記重心位置Gを通して該検出素子（2）の軸断面外形の両長辺と直交する直線L2を引き、その直線L2と空隙部（31）の内面の軸断面輪郭との2つの交点をそれぞれP3、P4として、距離GP1及びGP2のうち大きい方（GP1=GP2の場合はそのいずれか）を半径として重心位置Gを中心とする円Cを描いた場合に、点P3及びP4がいずれも円Cの内側に存在するように、空隙部（31）の内面の軸断面輪郭形状が定められる。

【0008】検出素子が長方形形状の軸断面形状を有する場合、図14に示すように絶縁体の空隙部内面の軸断面輪郭、すなわち該空隙部に充填される封着材層の軸断面外形を円状とすれば、検出素子断面の長辺に沿う領域において封着材層に厚肉部が生じ、短辺に沿って形成される薄肉部への応力集中を招く原因となっていた。そこで、上記本発明の第二の構成のように、円Cの内側に点P3及びP4が存在するように、絶縁体の空隙部内面の軸断面輪郭形状（あるいは封着材層の軸断面外形形状）を設定することで、封着材層は、その検出素子の軸断面長辺に沿う領域の肉厚を減ずることができ、上記問題を回避することが可能となる。

【0009】検出素子の周囲に形成される封着材層の軸断面厚さは、その平均値において0.2～5mmの範囲で調整することが望ましい。封着材層の軸断面厚さが0.2mm未満になると、検出素子と絶縁体との間の気密性が損なわれる場合がある。また、自動車等に搭載されるガスセンサは近年急速に小型化・軽量化が進んでおり、限られたスペース内で厚さ5mm以上の封着材層厚さを確保することは困難となってきた。また、封着材層の軸断面厚さが5mmを超えた場合、その熱収縮変位の絶対値が大きくなることから、内側に配される検出素子に付加される熱応力のレベルも高くなり、検出素子の寿命が損なわれることもありうる。封着材層の軸断面厚さは、より望ましくは0.3～3mmの範囲で調整することが望ましい。

【0010】また、検出素子の軸断面が長方形形状である場合、その短辺に沿う領域と長辺に沿う領域とで、封着材層の軸断面厚さの最大値を概ね等しく設定することが望ましい。具体的には、空隙部内面の軸断面輪郭は、重心位置を検出素子の断面の重心位置とほぼ一致させるとともに、当該断面に倣う長方形形状に形成するのがよい。この場合、該内面の軸断面輪郭の4つの角部には、応力集中を緩和するためのアールあるいは面取りを施す

ことが望ましい。一方、空隙部内面の軸断面輪郭は、重心位置を検出素子の長方形形状の軸断面の重心位置とほぼ一致させるとともに、長軸方向が検出素子の軸断面の長辺方向に沿う楕円形状に形成してもよい。

【0011】なお、上記本発明のガスセンサにおいては、次のような構成も可能である。すなわち、ガスセンサを、外筒と、その外筒の内側に配置された主体金具と、その主体金具の内側に配置され、測定対象となるガス中の被検出成分を検出する検出素子と、ガラスを主体に構成され、主体金具の内面と検出素子の外面との間、又は主体金具の内側において検出素子との間に配置される絶縁体の内面と検出素子の外面との間を封着する封着材層と、多孔質無機物質により構成され、検出素子の軸線方向において封着材層の少なくとも一方の端部側に配置される緩衝層とを有するものとして構成する。

【0012】上記本発明のガスセンサの構造において、検出素子の軸線方向において封着材層の少なくとも一方の端部側に、多孔質無機物質で構成された緩衝層が配置されている。これにより、該検出素子の封着材層に覆われている部分とそうでない部分との境界付近に過度な応力が集中しにくくなり、検出素子の寿命を延ばすことができる。この場合、緩衝層は、次のような効果を有しているものと推測される。<sup>①</sup> 検出素子に対し機械的あるいは熱的な衝撃力が作用した場合において、封着材層に覆われていない部分を支持してこれが軸線と交差する向きに変位すること、ひいては検出素子に局所的な強い曲げ応力が加わることを抑制する。<sup>②</sup> ガラス封着工程で加熱／冷却を受けた場合に、封着材層を構成するガラス、検出素子、主体金具あるいは絶縁体相互間の収縮差に起因して検出素子に加わろうとする径方向の圧縮力あるいは曲げ応力等を緩和する。

【0013】なお、緩衝層は封着材層と接するように配置してもよいし、封着材層との間に所定の隙間をもって配置したり、あるいは他層を間に挟んで配置するようにしてもよい。

【0014】緩衝層は、検出素子の軸線方向において封着材層の両方の端部側に配置すれば、封着材層の各端において検出素子への応力集中を緩和することができ、ひいては検出素子の耐久性をさらに向上させることができる。この場合、封着材層の両端に形成される緩衝層は、同一の材質で構成しても互いに異なる材質で構成してもいずれでもよい。

【0015】検出素子は、先端部に検出部が形成された長尺形態をなし、その検出部を突出させる形で主体金具に挿通させる構成とすることができる。この場合、緩衝層は、検出素子の軸線方向において封着材層に対し該検出素子の先端部に近い側の端に接するものが、封着材層に含まれるガラスよりも耐熱性に優れた充填材粒子と、その充填材粒子の隙間の一部を埋めるとともに封着材層に含まれるガラスよりも耐熱性に優れ、かつ充填材粒子

よりも軟化温度の低い結合粒子とを含むものとして構成できる。

【0016】すなわち、検出素子の先端部に近い側に位置する緩衝層は、封着材層よりも高温にさらされやすい。そこでこれを、封着材層に含まれるガラスよりも耐熱性に優れた充填材粒子が、それよりは軟化温度が低いが上記ガラスよりは耐熱性に優れた結合粒子により結合・保持された構成とすることで、封着材層よりもさらに厳しい環境におかれる該緩衝層に、応力緩和機能とともに十分な耐熱性能も付与することが可能となる。この場合、充填材粒子としては $Al_2O_3$ あるいはタルクを主体とするものが使用でき、伝熱性と耐熱性との双方に優れていることから $Al_2O_3$ を特に好適に使用できる。また、結合粒子は、封着材層の形成温度（封着温度）において互いに溶着可能な粒子、例えば粘土粒子を好適に使用できる。

【0017】検出部を突出させる形で検出素子を主体金具に挿通するとともに、検出部の突出している側において封着材層に接するように緩衝層を配置する構成においては、当該緩衝層は検出素子の軸線方向における先端側が後端側よりも径小となるように形成することが好ましい。すなわち、緩衝層は、主体金具あるいは絶縁体に形成された空隙部に検出素子を挿入しておき、さらにその空隙部に緩衝層の形成材料粉末（あるいは粉末成形体）を充填した後、これを所定の封着温度に加熱することで形成することができる。この場合、緩衝層の形状（換言すれば、主体金具あるいは絶縁体の空隙部内面形状）を上述のようなものとするので、上記形成材料粉末を空隙部に充填する際にその径小側で粉末の充填密度を高めることができ、ひいては検出素子と緩衝層との間のシール性が向上する。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面に示す実施例を参照して説明する。図1には、この発明のガスセンサの一実施例として、自動車等の排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素センサ1を示している。この酸素センサ1は通称入センサあるいは $O_2$ センサと呼ばれるもので、セラミック素子2（検出素子）を備え、その先端側が排気管内を流れる高温の排気ガスに晒される。

【0019】セラミック素子2は方形状断面を有する細長い板状に形成され、図2（a）に示すように、それぞれ横長板状に形成された酸素濃淡電池素子21と、該酸素濃淡電池素子21を所定の活性化温度に加熱するヒータ22とが積層されたものとして構成されている。酸素濃淡電池素子21は、酸素イオン伝導性を有する固体電解質により構成されている。そのような固体電解質としては、 $Y_2O_3$ ないし $CaO$ を固溶させた $ZrO_2$ が代表的なものであるが、それ以外のアルカリ土類金属ないし希土類金属の酸化物と $ZrO_2$ との固溶体を使用しても

よい。また、ベースとなる $ZrO_2$ には $HfO_2$ が含有されていてもよい。一方、ヒータ22は、高融点金属あるいは導電性セラミックで構成された抵抗発熱体パターン23をセラミック基体中に埋設した公知のセラミックヒータで構成されている。

【0020】酸素濃淡電池素子21には、その長手方向における一方の端部（主体金具3の先端より突出する部分）寄りにおいてその両面に、酸素分子解離能を有した多孔質電極25、26が形成されており、それら電極25、26及びそれらの間に挟まれる固体電解質部分とが検出部Dを形成することとなる。

【0021】各多孔質電極25、26からは、該酸素濃淡電池素子21の長手方向に沿って酸素センサ1の取付基端側に向けて延びる電極リード部25a、26aがそれぞれ一体に形成されている。このうち、ヒータ22と対向しない側の電極25からの電極リード部25aは、その末端が電極端子部7として使用される。一方、ヒータ22に対向する側の電極26の電極リード部26aは、図2（c）に示すように、酸素濃淡電池素子21を厚さ方向に横切るビア26bにより反対側の素子面に形成された電極端子部7と接続されている。すなわち、酸素濃淡電池素子21は、両多孔質電極25、26の電極端子部7が電極25側の板面末端に並んで形成される形となっている。上記各電極、電極端子部及びビアは、Pt又はPt合金など、酸素分子解離反応の触媒活性を有した金属粉末のペーストを用いてスクリーン印刷等によりパターン形成し、これを焼成することにより得られるものである。

【0022】一方、ヒータ22の抵抗発熱体パターン23に通電するためのリード部23a、23aも、図2（d）に示すように、ヒータ22の酸素濃淡電池素子21と対向しない側の板面末端に形成された電極端子部7、7に、それぞれビア23bを介して接続されている。

【0023】図2（b）に示すように、酸素濃淡電池素子21とヒータ22とは、 $ZrO_2$ 系セラミックあるいは $Al_2O_3$ 系セラミック等のセラミック層27を介して互いに接合される。そして、その接合側の多孔質電極26には、電極リード部26a（これも多孔質である）が接合されるとともに、反対側の多孔質電極25との間には、多孔質電極26側に酸素が汲み込まれる方向に微小なポンピング電流が印加され、そのポンピングされた酸素は電極リード部26aを経て大気中に放出される。これにより、多孔質電極26内の酸素濃度は大気よりも若干高い値に保持され、酸素基準電極として機能することとなる。一方、反対側の多孔質電極25は排気ガスと接触する検出側電極となる。

【0024】このようなセラミック素子2が、図1に示すように、主体金具3の内側に配置された絶縁体4の挿通孔30に挿通され、先端の検出部Dが、排気管に固定

される主体金具3の先端より突出した状態で絶縁体4内に固定される。絶縁体4には、その軸線方向において挿通孔30の後端に一端が連通し、他端が絶縁体4の後端面に開口するとともに軸断面が該挿通孔30よりも大径の空隙部31が形成されている。そして、その空隙部31の内面とセラミック素子2の外表面との間は、ガラス（例えば結晶化亜鉛シリカホウ酸系ガラス、軟化温度660℃）を主体に構成される封着材層32により封着されている。

【0025】図3（b）に示すように、セラミック素子2の軸断面外形は略長方形とされる。一方、絶縁体4の空隙部31の内面の軸断面輪郭形状、すなわち封着材層32の軸断面外形形状は、セラミック素子2の断面外形に倣う長方形とされ、4つの角部には、応力集中を緩和するためのアール（あるいは面取り）が施されている。なお、このアールないし面取りの大きさは0.3～3mmの範囲で調整するのがよい。また、セラミック素子2の軸断面外形の重心位置と、絶縁体4の空隙部31の内面の軸断面輪郭の重心位置とはほぼ一致している。

【0026】上記封着材層32あるいは空隙部31の軸断面形状は、見方を変えれば次のように表現することもできる。すなわち、図3（c）に示すように、セラミック素子2の軸線と直交する平面Q（図3（a））上において、セラミック素子2の軸断面外形の重心位置Gを通して該セラミック素子2の軸断面外形の両短辺と直交する直線L1を引き、その直線L1と空隙部31の内面の軸断面輪郭との2つの交点をそれぞれP1、P2とする。また、同じく上記重心位置Gを通して該セラミック素子2の軸断面外形の両長辺と直交する直線L2を引き、その直線L2と空隙部31の内面の軸断面輪郭との2つの交点をそれぞれP3、P4とする。そして、空隙部31の内面の軸断面輪郭形状は、距離GP1及びGP2のうち大きい方（GP1=GP2のときはそのいずれか）を半径として重心位置Gを中心とする円Cを描いた場合に、点P3及びP4がいずれも円Cの内側に存在するものとされている。

【0027】また、図3（b）に示すように、セラミック素子2の周囲に形成される封着材層32の軸断面厚さは、0.2～5mm、望ましくは0.3～3mmの範囲で調整されている。また、セラミック素子2の軸断面短辺に沿う領域と長辺に沿う領域とで、封着材層32の軸断面厚さは概ね等しく設定されている。

【0028】次に、図1に示すように、絶縁体4と主体金具3との間には、それらに軸線方向に隣接してタルクリング36とかしめリング37とがはめ込まれ、主体金具3の後端側外周部をかしめリング37を介して絶縁体4側にかしめることにより、絶縁体4と主体金具3とが固定されている。また、主体金具3の先端外周には、セラミック素子2の突出部分を覆う金属製の2重のプロテクタカバー6a、6bがレーザー溶接あるいは抵抗溶接

（例えばスポット溶接）等によって固着されている。これらカバー6a、6bはキャップ状を呈するもので、その先端や周囲に、排気管内を流れる高温の排気ガスをカバー6内に導く開口6c、6dが形成されている。一方、主体金具3の後端部は外筒18の先端部内側に挿入され、その重なり部において周方向に環状に形成された結合部としての溶接部（例えばレーザー溶接部）35により互いに気密状態で接合されている。なお、結合部は溶接部35に代えて環状のかしめ部としてもよいが、特に高い防水性が望まれる用途に使用する場合は、レーザー溶接等による溶接部の方が液密性に優れているのでより望ましいといえる。

【0029】一方、図2に示すセラミック素子2の各電極端子部7（4極を総称する）には、図1に示すようにコネクタ部13を介してリード線14が電気的に接続されている。都合4本のリード線14は、外筒18の末端内側に嵌め込まれたグロメット15を貫通して外部に延び、それらの先端にコネクタプラグ16が連結され、各リード線14の外部に延びる部分には、これらを束束して保護する保護チューブ17が被せられている。

【0030】以下、酸素センサ1の作動について説明する。図1に示すように、酸素センサ1は、主体金具3のねじ部3aにおいて車両の排気管等に固定され、またコネクタプラグ16が図示しないコントローラに接続されて使用に供される。そして、その検出部Dが排気ガスに晒されると、酸素濃淡電池素子21の多孔質電極25（図2）が排気ガスと接触し、酸素濃淡電池素子21には該排気ガス中の酸素濃度に応じた酸素濃淡電池起電力が生じる。この起電力が、電極リード部25a及び26aを経て電極端子部7、7、さらにはリード線14、14を介してセンサ出力として取り出される。この種の入センサ（あるいはO<sub>2</sub>センサ）は、排気ガス組成が理論空燃比となる近傍で濃淡電池起電力が急激に変化する特性を示すことから、空燃比検出用に広く使用されるものである。

【0031】ここで、酸素センサ1は、エキゾーストマニホールドや車両の足周り部分に近い排気管等に取り付けられるので高温にさらされるとともに、水しぶき等がかかったりすると急冷され、熱衝撃も加わりやすい。この場合、図14に示すように、絶縁体104の空隙部131内面の軸断面輪郭が円状であると、検出素子102の軸断面の短辺に沿って形成される封着材層132の薄肉部に応力集中を起ししやすい。しかしながら、図3

（b）に示す本発明の構成によれば、封着材層32は、セラミック素子2の軸断面長辺に沿う領域の肉厚を減ずることができ、上記問題を回避することができる。

【0032】なお、図4に示すように、セラミック素子2が正方形の軸断面外形を有する場合には、空隙部31内面の軸断面輪郭（あるいは封着材層32の軸断面外形）をこれに倣う正方形とすることができる。一方、

セラミック素子2が長方形の軸断面外形を有する場合、図5(a)に示すように、空隙部31内面の軸断面輪郭(あるいは封着材層32の軸断面外形)は、重心位置をセラミック素子2の長方形の軸断面の重心位置とほぼ一致させるとともに、長軸方向がセラミック素子2の軸断面の長辺方向に沿う楕円形状に形成してもよい。さらに、図5(b)に示すように、セラミック素子2が楕円形状の軸断面外形を有する場合、空隙部31内面の軸断面輪郭(あるいは封着材層32の軸断面外形)を同様の楕円形状に形成することができる。

【0033】次に、図6に示すように、セラミック素子2の軸線方向において封着材層32の両側には、セラミック素子2の外面と空隙部31の内面との間を埋めるように緩衝層33及び34をそれぞれ形成することができる。これら緩衝層33、34は、図7に示すように、いずれも多孔質無機物質により構成されており、具体的には封着材層32に含まれるガラスよりも耐熱性に優れた充填材粒子20と、その充填材粒子20の隙間の一部を埋めるとともに充填材粒子20よりも軟化温度の低い結合粒子21とを含んだものとして構成される。このうち、セラミック素子2の軸線方向において封着材層32に対し、該セラミック素子2の先端部に近い側の端に接する緩衝層34は、充填材粒子20が $Al_2O_3$ 粒子により、また、結合粒子21が封着材層32に含まれるガラスよりも耐熱性に優れ、かつ充填材粒子20よりも軟化温度の低い粒子、例えば粘土粒子により構成されている。粘土粒子は、含水アルミノケイ酸塩を主体に構成されるものを使用でき、例えばアロフェン、イモゴライト、ヒシゲライト、スメクタイト、カオリナイト、ハロイサイト、モンモリロナイト、イライト、バーミキュライト等の粘土鉱物(あるいはそれらの合成物)の2種以上を主体とするものとして構成できる。また、含有される氧化物系成分の観点においては、 $SiO_2$ 及び $Al_2O_3$ を含有し、さらに必要に応じて $Fe_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、 $CaO$ 、 $MgO$ 、 $Na_2O$ 及び $K_2O$ 等の1種又は2種以上を主に含有するものを使用することができる。

【0034】なお、図6に示すように、セラミック素子2の軸線方向において絶縁体4の空隙部31の内面先端側は、テーパ面状にこれを縮径して縮径部31aを形成しており、緩衝層34の先端外面もこれに対応する縮径部34aとなっている。

【0035】一方、セラミック素子2の軸線方向において封着材層32に対し、該セラミック素子2の先端部から遠い側の端に接する緩衝層33は、充填材粒子20(図7)がタルク粒子により、また、結合粒子21(図7)が封着材層32に含まれるガラスよりも軟化温度がやや高い粒子、例えば結晶化ガラス粒子(例えば結晶化亜鉛シリカホウ酸系ガラス;軟化温度680℃)により構成されている。

【0036】セラミック素子2と絶縁体4との上記封着

構造は、例えば以下のようにして製造することができる。まず、緩衝層34を形成するための形成材料粉末、本実施例では充填材粒子20となる $Al_2O_3$ 粉末と、結合粒子21となる粘土粉末との混合粉末とをプレス成形等により予め成形することにより、図9(a)に示す粉末成形体50を作製する。この粉末成形体50は、中央部を軸方向に貫通する挿通孔50bを有する。

【0037】次に、このような粉末成形体50の挿通孔50bに対しセラミック素子2を挿通し、そのセラミック素子2の先端側を絶縁体4の挿通孔30に挿入するとともに、粉末成形体50を絶縁体4の空隙部31内に収容し、粉末成形体50をセラミック素子2の軸方向に軽く圧する。このとき、図9(b)に示すように、粉末成形体50は空隙部31の縮径部31aに押し付けられ、該縮径部31aから径方向の反作用を受けて対応する形状に変形しつつ押し固められる。次に、図9(c)に示すように、ガラスを主体とする無機材料粉末を筒状に成形して粉末成形体51を作り、これをその挿通孔51aにおいてセラミック素子2に対し後方側から外装し、粉末成形体50と隣接させる形で空隙部31内に配置することにより、絶縁体/検出素子アセンブリ60を得る。これにより、セラミック素子2と絶縁体4の挿通孔30との間のシール性を向上させることとなる。

【0038】この状態で、絶縁体/検出素子アセンブリ60を温度800~1000℃に加熱することにより、粉末成形体51は、そのガラスを主体とする無機材料粉末が互いに溶着して封着材層32となり、セラミック素子2と絶縁体4との間を封着する。一方、粉末成形体50は、 $Al_2O_3$ 粉末粒子を分散させた状態で粘土粉末粒子が互いに溶着し、図9(d)に示す構造の緩衝層34となる。

【0039】次に、図10(a)に示すように、空隙部31の後端部において、セラミック素子2と絶縁体4との間に緩衝層33の形成材料粉末52(本実施例ではタルクと前述の結晶化ガラスとの混合粉末)を充填して軽くこれを圧した後、再び温度700~1000℃(望ましくは700℃~900℃)に加熱する。これにより、同図(b)に示すように、形成材料粉末52の充填層はその結晶化ガラス粉末が互いに溶着して緩衝層33が形成される。なお、形成材料粉末52を空隙部31に直接充填する代わりに、これをプレス成形等により予め成形体として空隙部31内に配置するようにしてもよい。

【0040】酸素センサ1は、前述の通り、エキゾーストマニホールドや車両の足周り部分に近い排気管等に取り付けられることが多い。この場合、車軸からの飛石等がセンサに当たったり、あるいは高温にさらされた状態で水しぶき等を受けることにより、強い機械的衝撃や熱衝撃が加わることもある。ここで、従来の酸素センサの構成では、図8(a)に示すように、絶縁体4の空隙部31にはガラスを主体とする封着材層32のみが形成され

る形となっているが、例えば飛石等からの衝撃や熱衝撃等によりセラミック素子2に曲げ応力が加わると、その軸線方向において封着材層32に覆われている部分とそうでない部分との境界付近に応力集中を生じやすく、セラミック素子2の寿命を損ねることがある。

【0041】しかしながら、上記構成によれば、図8(b)に示すように、セラミック素子2の軸線方向において封着材層32の両側に、多孔質無機物質で構成された緩衝層33、34が配置されていることから、セラミック素子2に対し機械的あるいは熱的な衝撃力が作用しても、上記境界付近に過度な応力が集中しにくくなり、セラミック素子2の寿命を延ばすことができる。この場合、緩衝層33、34は、封着材層32に覆われていない部分を支持し、これが軸線と交差する向きに変位すること、ひいては強い曲げ応力が加わることを抑制する働きをなすものと推測される。また、ガラス封着工程で加熱/冷却を受けた場合に、封着材層32を構成するガラス、セラミック素子2、主体金具3あるいは絶縁体4等の収縮差に起因してセラミック素子2に加わろうとする径方向の圧縮力あるいは曲げ応力等を緩和する働きを有しているとも考えられる。これにより、ガラス封着時におけるセラミック素子2の耐久性も向上し、ひいてはセンサの製造歩留まりを高めることが可能となる。

【0042】なお、セラミック素子2の先端部が高温の排気管等内に配置される関係上、封着材層32は、セラミック素子2の軸線方向において前端側が特に熱の影響を受けやすいが、後端側は熱源から遠いこともあって、使用環境によっては熱の影響が比較的小さいこともある。この場合、図11(a)に示すように、絶縁体4の後端側に位置する緩衝層33は省略することが可能である。

【0043】また、緩衝層34の前端側の縮径部31aは、図11(b)に示すように段付き面とすることも可能である。

【0044】なお、以上の実施例ではガスセンサは、検出素子(セラミック素子)として酸素濃淡電池素子のみを用いるセンサとして構成されていたが、これを他のタイプのガスセンサ素子として構成することも可能である。以下、いくつかの例を示す。まず、図12は全領域酸素センサ素子とした場合の概念図である。この場合、セラミック素子60はそれぞれ酸素イオン伝導性固体電解質で構成される酸素ポンプ素子61と酸素濃淡電池素子62とが測定室65を挟んで対向配置された構造を有し、排気ガスは多孔質セラミック等で構成された拡散孔67を通して測定室65に導入される。なお、符号69は、酸素ポンプ素子61と酸素濃淡電池素子62とを加熱するためのヒータである。そして、酸素濃淡電池素子62は、素子内に埋設された電極63を酸素基準電極として、測定室65側の電極64との間に生ずる濃淡電池起電力により、測定室65内の酸素濃度を測定する。一

方、酸素ポンプ素子61には電極66及び68を介して図示しない外部電源により電圧が印加され、その電圧の向きと大きさにより定まる速度で、測定室65に対し酸素を汲み込む又は汲み出すようになっている。そして、該酸素ポンプ素子61の作動は、酸素濃淡電池素子62が検知する測定室65内の酸素濃度に基づいて図示しない制御部により、該測定室65内の酸素濃度が一定に保持されるように制御され、このときの酸素ポンプ素子61のポンプ電流に基づいて排気ガスの酸素濃度を検出する。

【0045】また、図13は、セラミック素子を2チャンバー方式の $\text{NO}_x$ センサ素子とした場合の例を示している。セラミック素子70は $\text{ZrO}_2$ 等の酸素イオン伝導性固体電解質で構成され、その内部には第一及び第二の測定室71、72が隔壁71aを挟んで形成されるとともに、上記隔壁71aには多孔質セラミック等で構成されてそれらを互いに連通させる第二拡散孔73が形成されている。また、第一測定室71は第一拡散孔74により周囲雰囲気と連通している。そして、第一測定室71に対しては電極76及び77を有する第一酸素ポンプ素子75が、また、第二測定室72に対しては電極79及び80を有する第二酸素ポンプ素子78が、それぞれ壁部71aに関して反対側に位置している。また、隔壁71aには、第一測定室71内の酸素濃度を検出する酸素濃淡電池素子83(隔壁71a内の酸素基準電極81と、第一測定室71に面する対向電極82を有する)が形成されている。なお、符号86は、第一酸素ポンプ素子75、第二酸素ポンプ素子78及び酸素濃淡電池素子83を加熱するためのヒータである。

【0046】その作動であるが、まず第一測定室71内に周囲雰囲気のガスが第一拡散孔74を通して導入される。そして、その導入されたガスから酸素が第一酸素ポンプ素子75により汲み出される。なお、測定室内の酸素濃度は酸素濃淡電池素子83により検出され、その検出値に基づいて図示しない制御部により第一の酸素ポンプ素子75は、第一測定室71内のガス中の酸素濃度が、 $\text{NO}_x$ の分解を起こさない程度の一定値となるように、その酸素汲み出しのための作動が制御される。このようにして酸素が減じたガスは第二測定室72へ第二拡散孔73を通して移動し、そこでガス中の $\text{NO}_x$ と酸素とが完全に分解するように、第二酸素ポンプ素子78により酸素が汲み出される。このときの第二酸素ポンプ素子78のポンプ電流に基づいてガス中の $\text{NO}_x$ の濃度を検出する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のガスセンサの一例を示す酸素センサの縦断面図。

【図2】その検出素子としてのセラミック素子の構造を示す説明図。

【図3】図1の酸素センサの要部を示す縦断面図、その



A-A断面図、及びその要部拡大説明図。

【図4】図1の酸素センサの変形例を示す軸断面図。

【図5】図1の酸素センサのさらに別のいくつかの変形例を示す軸断面図。

【図6】図1の酸素センサにおいて、封着材層に隣接して緩衝層を設けた変形例を示す軸断面図。

【図7】緩衝層の組織の一例を示す模式図。

【図8】緩衝層の作用説明図。

【図9】図6の酸素センサの製造工程の一例を示す説明図。

【図10】図9に続く説明図。

【図11】図6の酸素センサにおける緩衝層の形成形態のいくつかの変形例を示す断面図。

【図12】セラミック素子が全領域酸素センサ素子で構

成される例を示す断面模式図。

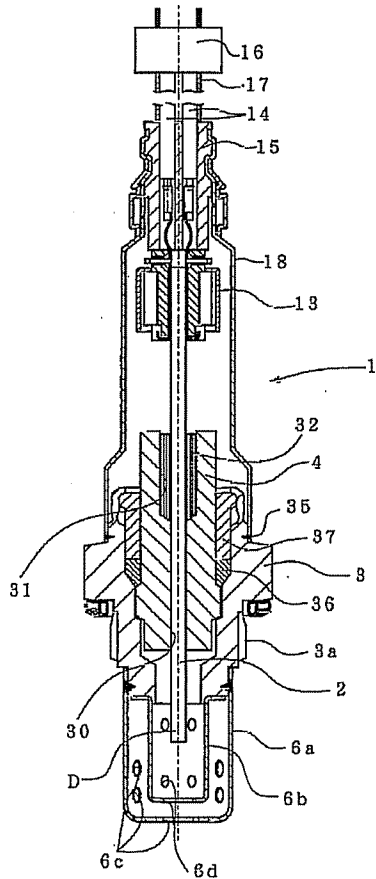
【図13】同じく $\text{NO}_x$ センサ素子で構成される例を示す断面模式図。

【図14】従来のガスセンサの要部を示す縦断面図及び軸断面図。

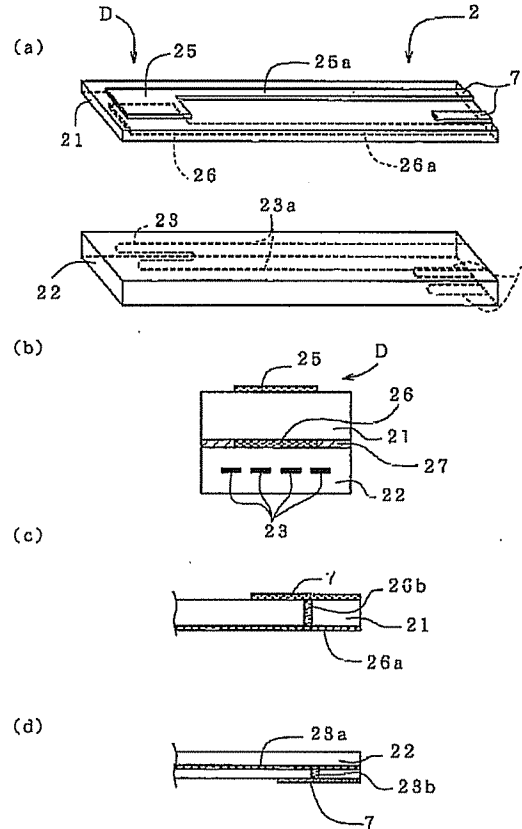
【符号の説明】

- 1 酸素センサ（ガスセンサ）
- 2, 60, 70 セラミック素子（検出素子）
- 3 主体金具
- 18 外筒
- 30 挿通孔
- 31 空隙部
- 32 封着材層
- 33, 34 緩衝層

【図1】

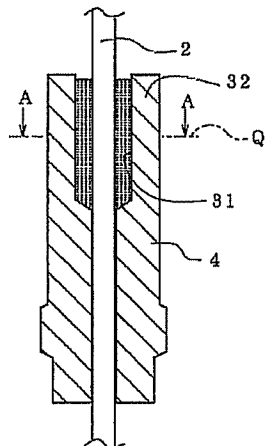


【図2】

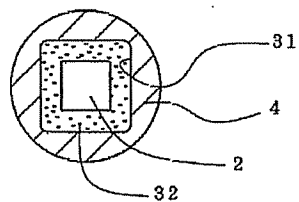


【図3】

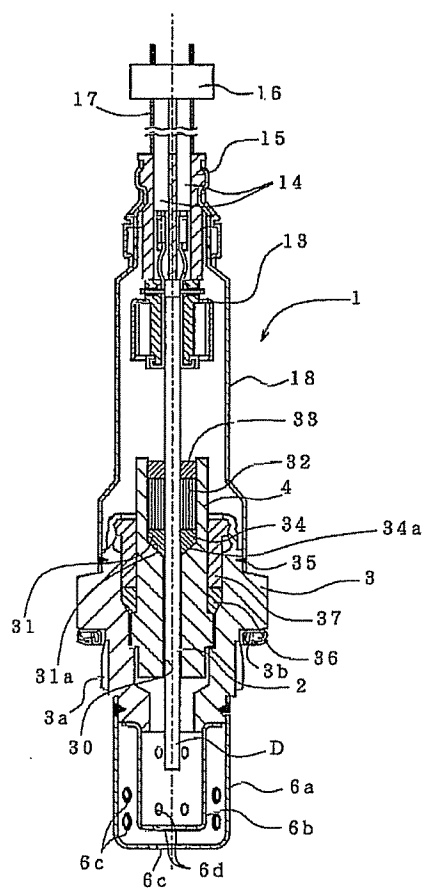
(a)



【図4】

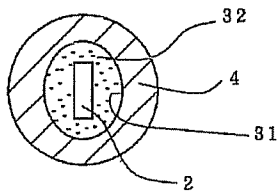


【図6】

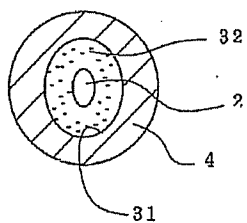


【図5】

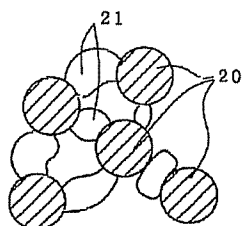
(a)



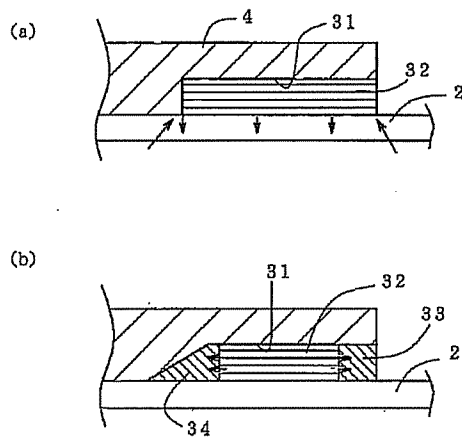
(b)



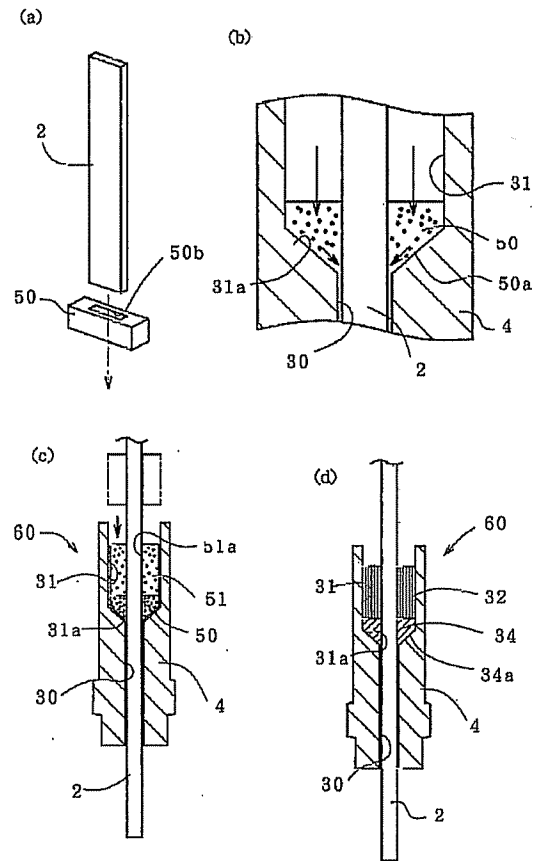
【図7】



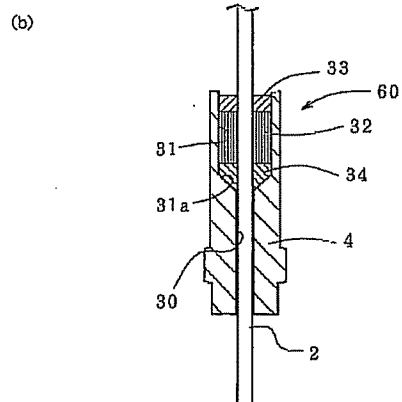
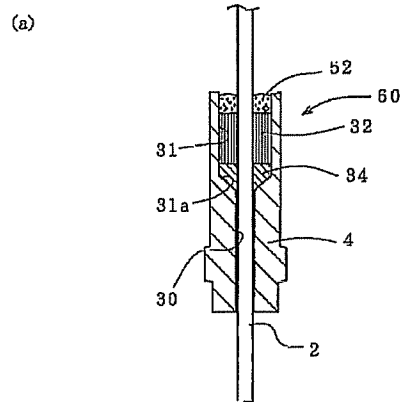
【図8】



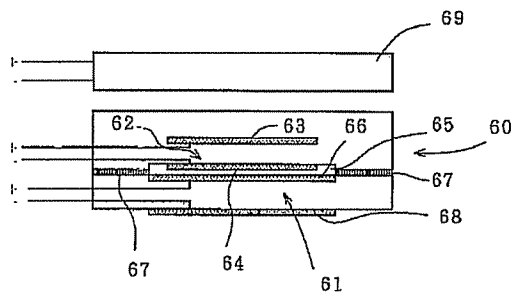
【図9】



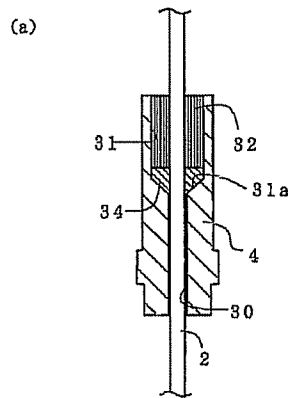
【図10】



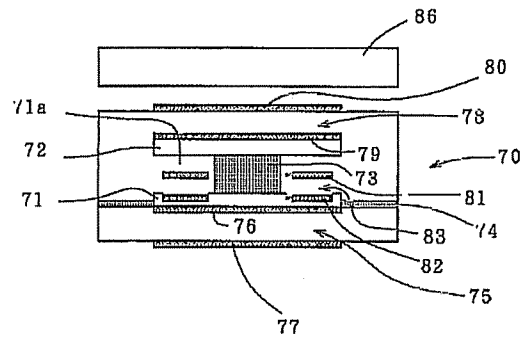
【図12】



【図11】

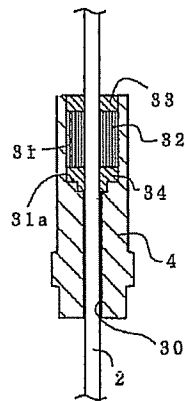


【図13】

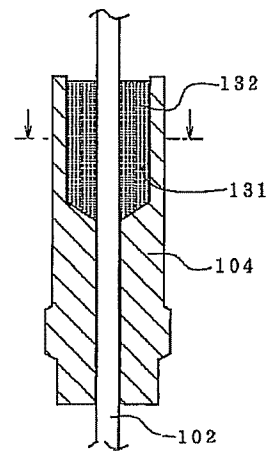


【図14】

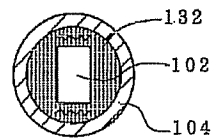
(b)



(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 薮田 勝久

愛知県名古屋市長区瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内